

# 地域間物資輸送構造とその安定性に関する一考察

鈴木 啓 祐

## I は し が き\*

各地域の産業間に発生する物資輸送量に関する研究は、すでに、Isard<sup>1)</sup>、Moses<sup>2)</sup>、Leontief<sup>3)</sup>などによってなされている。Isard は pure interregional input-output model を、Moses は interregional trading pattern に関する Moses Model を、そして Leontief と Strout は Leontief-Strout の gravity model をそれぞれ提唱した。

これらの model においては、地域別産業間物資輸送構造が多くの係数、あるいは、いくつかの parameter によって示されている。しかも、それらの係数や parameter が時間的に安定であるとき、これらの model は、将来の地域別産業間物資輸送量の予測のためのかなり有力な手段となりうる。

他方、筆者は、地域別産業間物資輸送量のみならず、地域別消費者間物資輸送量をも考慮に

入れた、いわば、地域間全物資輸送量の構造を示すいくつかの係数を提唱した<sup>4)</sup>。この係数が時間的に安定であるとき、やはり、この係数は、将来の地域的全物資輸送量の予測の有力な手段として用いられうる。二、三の考察<sup>5)</sup>によれば、これらの係数はかなり時間的に安定的であることが経験的に認められた。したがって、ここでは、とくに、地域間全物資輸送量の決定機構の解析とそれを基礎とした地域間全物資輸送構造を示す係数の安定性についての理論的考察が試みられる。なお、以下の諸節で地域間物資輸送量と呼ばれる輸送量は、ここでいう地域間全物資輸送量である。

## II 地域間物資輸送構造の解析

### (A) OD 表の分類——非重複

#### OD 表と重複 OD 表

いうまでもなく、地域間物資輸送量は OD 表によって示されるが、OD 表は、そこに示される数値の性質によって、つぎの2種に大別することができよう。

#### 1) 非重複 OD 表

#### 2) 重複 OD 表

ここで、非重複 OD 表とは、輸送されるすべての物質をそれらの最初の発送地域と最終的到着地域とによって分類して得られた OD 表である。これに対して、第2の重複 OD 表とは、つぎのような OD 表である。すなわち、一般に、

\* この研究は、私学研修福祉会ならびに流通経済大学の資金援助を得て、筆者が1969～1970年に University of Pennsylvania において行なった研究の一部である。

この研究に対して、助言と貴重な示唆とを与えられた流通経済大学の島田孝一博士 University of Pennsylvania の Walter Isard 教授、Ronald E. Miller教授、David E. Boyce教授、ならびに、同大学 Ph. D. Candidate の川嶋辰彦氏に対して深く謝意を表する。

1) Walter Isard, *Methods of Regional Analysis, An Introduction to Regional Science*, The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1960, pp. 363-71, 574-75.

2) Leon N. Moses, "The Stability of Interregional Trading Patterns and Input-Output Analysis", *The American Economic Review*, Vol. XIV, No.5, 1955, pp. 803-32.

3) W. Leontief and A. Strout, "Multiregional Input-Output Analysis", Tibor Barna, ed.: *Structural Interdependence and Economic Development*, London, Macmillan, 1963, pp. 119-33.

4) 鈴木啓祐「地域間物資輸送量の解析と予測」、『流通経済論集』、第1巻第1号、1966年、3-20頁。

5) 鈴木啓祐『物資輸送量の計測と予測』、交通日本社、東京、1969年、222-29頁。

鈴木啓祐「地域間物資輸送構造の安定性の測定」『交通学研究——1969年研究年報——交通政策の基本問題』、1969年、75-92頁。

輸送されるある物資が、まず最初の発送地域から発送された後、最終的到着地域に到着する前にいくつかの地域で輸送手段の変更<sup>6)</sup>を行なったとき、すなわち、ある輸送手段から、それとは異なった輸送手段への積換え (transshipment) を行なったとき、その物資は二つ以上の輸送手段による各物資輸送の発送地域と到着輸送とをもつことになるが、すべての輸送される物資をこのような各種の輸送手段による発送地域と到着地域とによって分類して得られる  $OD$  表が重複  $OD$  表である。

いま、 $N$ 個の地域があり、最初の発送地域が第  $K$  地域、最終的到着地域が第  $L$  地域となった物資のすべての量 (重量) を  $W^{KL}$  で示せば、この値を含むつぎの matrix——いわば、 $OD$  matrix——で示される数値を含む  $OD$  表が非重複  $OD$  表である。

$$\begin{bmatrix} W^{11} & \dots & W^{1N} & W^{1\cdot} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ W^{N1} & \dots & W^{NN} & W^{N\cdot} \\ W^{\cdot 1} & \dots & W^{\cdot N} & W^{\cdot\cdot} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

$$\text{ただし } W^K = \sum_{L=1}^N W^{KL} \quad W_L = \sum_{K=1}^N W^{KL}$$

$$W^{\cdot\cdot} = \sum_{K=1}^N W^K = \sum_{L=1}^N W^{\cdot L}$$

これに対して、重複  $OD$  表は、なんらかの輸送手段による発送地域が第  $K$  地域、そしてその輸送手段による到着地域が第  $L$  地域となった輸送物資のすべての量  $W^{KL*}$  によって示される  $OD$  表であり、その表に示される各種の輸送量は、つぎの  $OD$  matrix によって示される。

$$\begin{bmatrix} W^{11*} & \dots & W^{1N*} & W^{1\cdot*} \\ \vdots & & \vdots & \vdots \\ W^{N1*} & \dots & W^{NN*} & W^{N\cdot*} \\ W^{\cdot 1*} & \dots & W^{\cdot N*} & W^{\cdot\cdot*} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

$$\text{ただし, } W^{K\cdot*} = \sum_{L=1}^N W^{KL*}, \quad W^{\cdot L*} = \sum_{K=1}^N W^{KL*},$$

$$W^{\cdot\cdot*} = \sum_{K=1}^N W^{K\cdot*} = \sum_{L=1}^N W^{\cdot L*}$$

6) ここに挙げたような輸送手段の変更を含む物資輸送の構造を、筆者は「物資輸送の段階的構造」と呼んだ。鈴木啓祐，前掲書，8-13頁。

これらの  $OD$  表の関係を明らかにするために、いま、重量  $w$  の物資がただ 1 回だけ第  $K$  地域から第  $L$  地域へ輸送され、途中第  $P$  地域と第  $Q$  地域とで輸送手段の変更があった場合を考察してみよう。非重複  $OD$  表では、 $W^{KL}=w$  となつて、この表の諸量は、つぎの  $OD$  matrix で示される。

$$\begin{matrix} & & L \\ & & \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & w & \dots & 0 & w \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \dots & w & \dots & 0 & w \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2.3)$$

他方、重複  $OD$  表では  $W^{KP*} = W^{PQ*} = W^{QL*} = w$  であるから、この表の諸量は、つぎのような  $OD$  matrix によって示される。

$$\begin{matrix} & & P & Q & L \\ & & \begin{bmatrix} 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & w & \dots & 0 & \dots & 0 & w \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ P & 0 & \dots & 0 & \dots & w & \dots & 0 & w \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ Q & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & w & w \\ \vdots & & \vdots & & \vdots & & \vdots & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 & \dots & w & \dots & w & 0 & 3w \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (2.4)$$

なお、上記の  $OD$  matrix の周辺に書かれた文字は、地域の番号を示す。

ここで注意すべきことは、同じ輸送現象を表現する場合でも、非重複  $OD$  表と重複  $OD$  表とに表わされた輸送量には、きわめて明瞭な差が現われることである。まず、総輸送量は、前者  $W^{\cdot\cdot}$  では  $w$ 、後者  $W^{\cdot\cdot*}$  では  $3w$  ( $3=1+$ 輸送手段の変更回数) となり、さらに、前者では、 $W^{KL}=w$  となっているのに対し、後者では  $W^{KL*}=0$  となっている。

いま、いくつかの輸送手段別  $OD$  表があり (ただし、これらの  $OD$  表は、同一の期間内に、同一の地域区分によって測定された  $OD$  表であるとする)、それらの各  $W^{KL}$  を単純に合計して得られる新しい  $OD$  表は、明らかに、ここでいう重複  $OD$  表であり、もはや非重複  $OD$  表ではない。

#### (B) 構造解析のための係数

ある  $OD$  表が非重複  $OD$  表であろうと重複  $O$

$D$  表であろうと、それは、少なくとも物資が発送され到着しているということを示す表であって、輸送量の測定の方法さえ一定であれば、ある一期間に得られた  $OD$  表を同種の異なった期間における  $OD$  表と比較検討することが可能である。

その際、大別して2種の比較が可能であろう。一つは、いわば、量的比較で、量  $W^{KL}$ ,  $W^{KL*}$  の大きさそのものの比較である。これは、たとえば、 $W_{(1)}^{KL}/W_{(0)}^{KL}$  のような比率を用いて比較結果を表現することができよう。ただし、ここで添字 (0), (1) は、それぞれ、二つの異なった期間 0, 1 に関する値であることを示す。他の一つは、構造的比較である。ここでは構造のとらえ方によって種々の比較ができるであろう。筆者は、とくに、この構造的比較のために用いる構造解析の方法の一つとして、3種の比率、すなわち係数  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , および  $\mu^{KL}$  を提唱した。この3種の係数は、つぎの式で定義される。

$$\rho^{KL} = \frac{W^{KL}}{W^{K\cdot}} \text{あるいは} \frac{W^{KL*}}{W^{K\cdot*}} \quad (2.5)$$

$$\lambda^{KL} = \frac{W^{KL}}{W^{\cdot L}} \text{あるいは} \frac{W^{KL*}}{W^{\cdot L*}} \quad (2.6)$$

$$\mu^{KL} = \frac{W^{KL} W^{\cdot\cdot}}{W^{K\cdot} W^{\cdot L}} \text{あるいは} \frac{W^{KL*} W^{\cdot\cdot*}}{W^{K\cdot*} W^{\cdot L*}} \quad (2.7)$$

一つの  $OD$  表から得られるこれらの比率は、つぎのような matrix (いわば、 $OD$  構造 matrix), によって示されるであろう。

$$\begin{bmatrix} \rho^{11} & \dots & \rho^{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ \rho^{N1} & \dots & \rho^{NN} \end{bmatrix} \quad (2.8)$$

$$\begin{bmatrix} \lambda^{11} & \dots & \lambda^{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ \lambda^{N1} & \dots & \lambda^{NN} \end{bmatrix} \quad (2.9)$$

$$\begin{bmatrix} \mu^{11} & \dots & \mu^{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ \mu^{N1} & \dots & \mu^{NN} \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

これら3種の係数の matrix のうちのいずれか一つあるいは二つ以上によって地域間物資輸送構造が示される。

これらの係数は、それぞれつぎのような意味をもつと考えられる。まず、すべての輸送される物資の1単位当りの重量は同一で、その重量

を  $w$  と仮定する。このとき、重量  $W^{KL}$ ,  $W^{K\cdot}$ ,  $W^{\cdot L}$ , および  $W^{\cdot\cdot}$  あるいは、 $W^{KL*}$ ,  $W^{K\cdot*}$ ,  $W^{\cdot L*}$ , および  $W^{\cdot\cdot*}$  で示される物資の単位数を  $M^{KL}$ ,  $M^{K\cdot}$ ,  $M^{\cdot L}$  および  $M^{\cdot\cdot}$  で示せば、それらは、

$$M^{KL} = \frac{W^{KL}}{w} \text{あるいは} \frac{W^{KL*}}{w} \quad (2.11)$$

$$M^{K\cdot} = \frac{W^{K\cdot}}{w} \text{あるいは} \frac{W^{K\cdot*}}{w} \quad (2.12)$$

$$M^{\cdot L} = \frac{W^{\cdot L}}{w} \text{あるいは} \frac{W^{\cdot L*}}{w} \quad (2.13)$$

$$M^{\cdot\cdot} = \frac{W^{\cdot\cdot}}{w} \text{あるいは} \frac{W^{\cdot\cdot*}}{w} \quad (2.14)$$

となる。したがって、

$$\rho^{KL} = \frac{M^{KL}}{M^{K\cdot}} \quad (2.15)$$

$$\lambda^{KL} = \frac{M^{KL}}{M^{\cdot L}} \quad (2.16)$$

$$\mu^{KL} = \frac{M^{KL} M^{\cdot\cdot}}{M^{K\cdot} M^{\cdot L}} \quad (2.17)$$

と書くことができる。 $M^{KL}/M^{K\cdot}$  は第  $K$  地域から発送された  $M^{K\cdot}$  個の物資の中から任意に一つの物資をえらんだとき、それが第  $K$  地域から第  $L$  地域へ輸送された物資である確率  $p^{KL}$ ,  $M^{KL}/M^{\cdot L}$  は第  $L$  地域へ到着させられた  $M^{\cdot L}$  個の物資の中から任意に一つの物資をえらんだとき、それが第  $K$  地域から第  $L$  地域へ輸送された物資である確率  $q^{KL}$  である。さらにまた、 $\mu^{KL}$  は、

$$\mu^{KL} = \frac{\left(\frac{M^{KL}}{M^{\cdot\cdot}}\right)}{\left(\frac{M^{K\cdot}}{M^{\cdot\cdot}}\right)\left(\frac{M^{\cdot L}}{M^{\cdot\cdot}}\right)} \quad (2.18)$$

と書けるから、つぎのように解釈することができる。まず、分子は、輸送されたすべての物資の中から任意に一つの物資をえらんだとき、それが第  $K$  地域から第  $L$  地域へ輸送された物資である確率  $b^{KL}$  である。ついで、分母の  $M^{K\cdot}/M^{\cdot\cdot}$  および  $M^{\cdot L}/M^{\cdot\cdot}$  はそれぞれ輸送されたすべての物資の中から任意に一つの物資をえらんだとき、それが第  $K$  地域から発送された物資である確率  $h^{K\cdot}$  および、それが第  $L$  地域へ到着させられた物資である確率  $h^{\cdot L}$  である。したがって、分母の値は、発送地域が第  $K$  地域であることと

到着地域が第 $L$ 地域であることとがまったく独立の事象であるとき、第 $K$ 地域から発送され第 $L$ 地域へ到着する物資の発生する確率 $h^{KL}$ であるといえる。このように考えたとき、 $\mu^{KL}$ は、確率 $h^{KL}$ に対する確率 $b^{KL}$ の相対的大きさであるといえる。したがって、

$$\rho^{KL} = p^{KL} \quad (2.19)$$

$$\lambda^{KL} = q^{KL} \quad (2.20)$$

$$\mu^{KL} = \frac{b^{KL}}{h^{K \cdot h \cdot L}} = \frac{b^{KL}}{h^{KL}} \quad (2.21)$$

と書き表わすことができる。

### III 地域間物資輸送構造の安定性の測定

地域間物資輸送構造が式 (2.15) ~ (2.17) のうちのいずれか一つ、あるいは、そのうちの二つ以上で示されるとき、その安定性は、

$$r_\rho = \frac{\rho_{(1)}^{KL}}{\rho_{(0)}^{KL}} \quad (3.1)$$

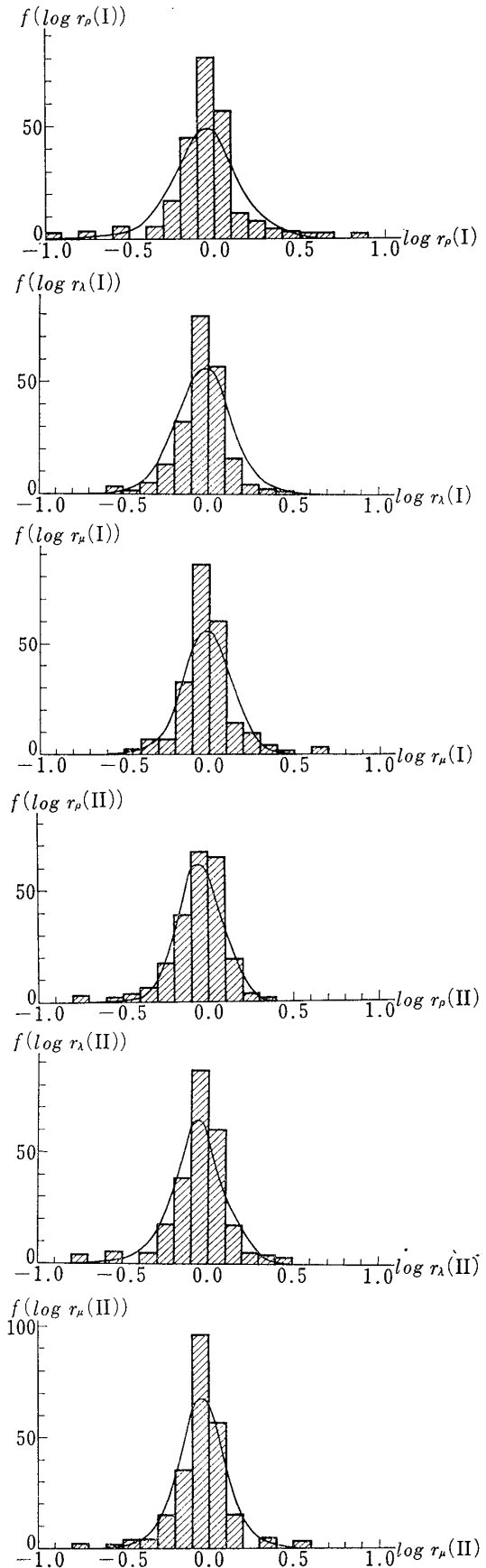
$$r_\lambda = \frac{\lambda_{(1)}^{KL}}{\lambda_{(0)}^{KL}} \quad (3.2)$$

$$r_\mu = \frac{\mu_{(1)}^{KL}}{\mu_{(0)}^{KL}} \quad (3.3)$$

で定義される比率 $r_\rho$ 、 $r_\lambda$ 、あるいは $r_\mu$ の分布状態で測定できるであろう。ただし、添字(0)、(1)は二つの異なった期間0、1に関する値であることを示す。

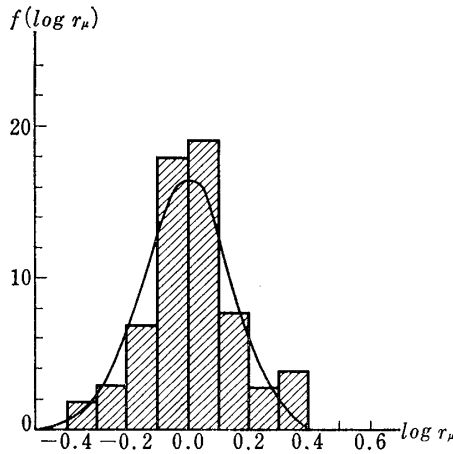
すでに行なった考察<sup>7)</sup>では、これらの値の対数がほぼある値を中心に対称的に分布するので、このような場合は、各値の対数の平均値とその分散とによってこれらの値の分布状態を示すことができ、その平均値が0に近く、また、その分散が小さいほど、物資輸送構造は時間的に安定であるといえる。第1図は、これまでに得られたいくつかの比率の分布状態の例である<sup>8)</sup>。これらの図中の曲線は、それぞれの比率の分布にあてはめられた正規分布の曲線である。この

第1図 経験的に得られた各種比率の対数の分布状態



7) 鈴木啓祐, 前掲書, 222-29頁. 鈴木啓祐, 前掲論文, 1969年, 85-88頁.

8) 鈴木啓祐, 前掲書, 222-29頁. 鈴木啓祐, 前掲論文, 1969年, 78-79頁.



注 添字(I)ならびに(II)をもつ比率  $r_p$ ,  $r_s$ , および  $r_\mu$  は、それぞれ、1962年と1963年、ならびに1963年と1964年におけるわが国を15地域に分けた全輸送機関による輸送物資 OD表から得られた各種比率であり、添字(I)または(II)をもたない  $r_\mu$  は1960年と1962年におけるわが国を8地域に分けた鉄道貨物 OD 表から得られた比率  $r_\mu$  である。

図からも知られるように、ここで得られた各種比率の対数の分布は、一般に正規分布よりも強く分布の中心に集中し、 $\log r_p$  (II) の分布と  $\log r_\mu$  の分布のみがそれぞれ有意水準10%と5%の  $\chi^2$  検定で正規分布とみなされた。これらの各種比率の対数の分布が0を中心として分布し、しかも、0に集中的に分布していることから、物資輸送構造は、短期間においては、かなり安定的であるとみなすことができよう。

#### IV 地域間物資輸送量の決定機構

ここで、地域間物資輸送量の決定機構を考察し、その特徴を明らかにしてみたい。

##### (A) 非重複 OD 表の輸送量の決定機構

まず、輸送量  $W^{KL}$  は三つの部分に分けることができよう。すなわち、

1. 産業間の物資輸送量:  $X^{KL}$
2. 産業と消費者との間の物資輸送量:  $Y^{KL}$
3. 消費者間の物資輸送量:  $Z^{KL}$

産業間の物資輸送量  $X^{KL}$  とは第  $K$  地域のすべての産業から第  $j$  地域のすべての産業へ輸送された物資の量、産業と消費者との間の物資輸送量  $Y^{KL}$  とは第  $K$  地域のすべての産業から第  $L$  地域のすべての消費者へ輸送された物資の量、そして、消費者間の物資輸送量  $Z^{KL}$  とは、第

$K$  地域のすべての消費者から第  $L$  地域のすべての消費者へ輸送された物資の量である。したがって、

$$\begin{bmatrix} W^{11} & \dots & W^{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ W^{N1} & \dots & W^{NN} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X^{11} & \dots & X^{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ X^{N1} & \dots & X^{NN} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y^{11} & \dots & Y^{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ Y^{N1} & \dots & Y^{NN} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z^{11} & \dots & Z^{1N} \\ \vdots & & \vdots \\ Z^{N1} & \dots & Z^{NN} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

という関係が成立している。ここでは、非重複 OD 表を前提としているので、右辺にある第1番目と第2番目の matrix の値は、まったく地域間産業連関の構造によって決定される。すなわち、いま、第  $i$  産業 ( $i=1, \dots, n$ ) の生産物の価額1単位当りの重量を  $w_i$  とすれば、第1表に示されるような地域間産業連関表において  $x_{ij}^{KL}$  および  $y_{ij}^{KL}$  で示される価額をもつ生産物の重量  $\Omega_{ij}^{KL}$ ,  $\Omega_i^{KL}$  は、それぞれ、

$$\Omega_{ij}^{KL} = w_i x_{ij}^{KL} \quad (4.2)$$

$$\Omega_i^{KL} = w_i y_i^{KL} \quad (4.3)$$

で示されるから、式 (4.1) の  $X^{KL}$  および  $Y^{KL}$  はつぎのように示される。

$$\begin{aligned} X^{KL} &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \eta_{ij}^{KL} \Omega_{ij}^{KL} \\ &= \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \eta_{ij}^{KL} w_i x_{ij}^{KL} \end{aligned} \quad (4.4)$$

$$\begin{aligned} Y^{KL} &= \sum_{i=1}^n \eta_i^{KL} \Omega_i^{KL} \\ &= \sum_{i=1}^n \eta_i^{KL} w_i y_i^{KL} \end{aligned} \quad (4.5)$$

ただし、 $\eta_{ij}^{KL}$  および  $\eta_i^{KL}$  とは、 $K \neq L$  のとき1、そして  $K=L$  のとき0と1との間の値をとるような値である<sup>9)</sup>。すなわち、

$$0 \leq \eta_{ij}^{KL} \leq 1 \quad \begin{cases} = 1 & (K \neq L) \\ \leq 1 & (K = L) \end{cases} \quad (4.6.1)$$

$$0 \leq \eta_i^{KL} \leq 1 \quad \begin{cases} = 1 & (K \neq L) \\ \leq 1 & (K = L) \end{cases} \quad (4.6.2)$$

このような係数の存在する理由は、同一地域内の生産物の供給は輸送することなしに行なわ

9) 鈴木啓祐, 前掲論文, 1969年, 82-83頁。

れる場合がある点にある。したがって、これらの係数は、産業構造の空間的構造によって決定されるといえる。

第1表 地域間産業連関表

地域	産業	産業	地域		産業		最終需要	合計
			1	2	...	n	...	...
K	1	...	$x_{11}^{KL}$	...	$x_{1n}^{KL}$	$y_1^{KL}$	...	$x_1^K$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	n	...	$x_{n1}^{KL}$	...	$x_{nn}^{KL}$	$y_n^{KL}$	...	$x_n^K$
	合計	...	$x_{\cdot 1}^{KL}$	...	$x_{\cdot n}^{KL}$	$y_{\cdot}^{KL}$	...	$x^K$
L	1	...	$x_{11}^{LL}$	...	$x_{1n}^{LL}$	$y_1^{LL}$	...	$x_1^L$
	...	...	...	...	...	...	...	...
	n	...	$x_{n1}^{LL}$	...	$x_{nn}^{LL}$	$y_n^{LL}$	...	$x_n^L$
	合計	...	$x_{\cdot 1}^{LL}$	...	$x_{\cdot n}^{LL}$	$y_{\cdot}^{LL}$	...	$x^L$

なお、第1表で用いられている記号の定義はつぎのとおりである。

$x_{ij}^{KL}$  : 第K地域第i産業 ( $K=1, 2, \dots, N; i=1, 2, \dots, n$ ) から第L地域第j産業 ( $L=1, 2, \dots, N; j=1, 2, \dots, n$ ) に売られた生産物の価額

$y_i^{KL}$  : 第K地域第i産業から第L地域へ最終需要として売られた生産物の価額

$x_{\cdot j}^{KL} : \sum_{K=1}^N x_{Kj}^{KL}$

$x_i^K : \sum_{L=1}^N \sum_{j=1}^n x_{ij}^{KL}$

$x^K : \sum_{i=1}^n x_i^K$

$y_{\cdot}^{KL} : \sum_{i=1}^n y_i^{KL}$

$y_{\cdot}^{K\cdot} : \sum_{i=1}^n y_i^{K\cdot}$

$y_i : \sum_{L=1}^N y_i^{LL}$

$x_i : \sum_{L=1}^N (\sum_{j=1}^n x_{ij}^{LL} + y_i^{LL})$

また、第1表では、便宜上、付加価値の部分は省略してある。

ついで、式(4.1)の最後のmatrixの値は、完全に、消費者間の物資輸送構造によって決定

される。いま、この構造を定量的に示すには、つぎのような2種の比率のいずれか一つあるいは両者を用いることができよう。

$$\beta^{KL} = \frac{Z^{KL}}{Z^K} \quad (4.7.1)$$

$$\gamma^{KL} = \frac{Z^{KL}}{Z \cdot L} \quad (4.7.2)$$

ただし、 $Z^K = \sum_{L=1}^N Z^{KL}$ ,  $Z \cdot L = \sum_{K=1}^N Z^{KL}$

(B) 重複OD表の輸送量の決定機構

重複OD表の輸送量  $W^{KL*}$  も同様に三つの部分に分けることができよう。すなわち、

1. 産業間の物資輸送量 :  $X^{KL*}$

2. 産業と消費者との間の物資輸送量 :  $Y^{KL*}$

3. 消費者間の物資輸送量 :  $Z^{KL*}$

ここで、 $X^{KL*}$ ,  $Y^{KL*}$ , および  $Z^{KL*}$  とは、それぞれ、 $X^{PQ}$ ,  $Y^{PQ}$ , および  $Z^{PQ}$  ( $P, Q=1, 2, \dots, N$ ) 中ある輸送手段で第K地域から第L地域へ輸送された物資の量である。

したがって、ここでも、式(4.1)と同様の

$$\begin{bmatrix} W_{11}^{*} & \dots & W_{1N}^{*} \\ \vdots & & \vdots \\ W_{N1}^{*} & \dots & W_{NN}^{*} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11}^{*} & \dots & X_{1N}^{*} \\ \vdots & & \vdots \\ X_{N1}^{*} & \dots & X_{NN}^{*} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Y_{11}^{*} & \dots & Y_{1N}^{*} \\ \vdots & & \vdots \\ Y_{N1}^{*} & \dots & Y_{NN}^{*} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_{11}^{*} & \dots & Z_{1N}^{*} \\ \vdots & & \vdots \\ Z_{N1}^{*} & \dots & Z_{NN}^{*} \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

という関係が成立している。

ここで、 $W^{KL*}$  と  $W^{KL}$  との関係を検討してみよう。 $W^{KL*}$  とは、上述のように、一般に第P地域から第Q地域 ( $P, Q=1, 2, \dots, N$ ) へ送られた物資のうち、少なくとも、ある輸送手段で積換えなしに第K地域から第L地域へ輸送された物資 (この物資の流動状態は第2図に示される) の総和であるから、つぎのように示すことができる。

$$W^{KL*} = \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N W^{PQ(KL)} = \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N \pi_{PQ}^{(KL)} W^{PQ} \quad (4.9)$$

ただし、 $W^{PQ(KL)}$  とは、 $W^{PQ}$  で示される重量をもつ物資のうち第K地域から第Q地域へ輸

送される物資の重量,  $\pi_{PQ}^{(KL)}$  とは比率  $W^{PQ(KL)}/W^{PQ}$  である。同様に,

$$\begin{aligned} X^{KL*} &= \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N X^{PQ(KL)} \\ &= \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N X \pi_{PQ}^{(KL)} X^{PQ} \end{aligned} \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} Y^{KL*} &= \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N Y^{PQ(KL)} \\ &= \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N Y \pi_{PQ}^{(KL)} Y^{PQ} \end{aligned} \quad (4.11)$$

$$\begin{aligned} Z^{KL*} &= \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N Z^{PQ(KL)} \\ &= \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N Z \pi_{PQ}^{(KL)} Z^{PQ} \end{aligned} \quad (4.12)$$

という関係が成立している。ただし,  $X^{PQ(KL)}$ ,  $Y^{PQ(KL)}$ , および  $Z^{PQ(KL)}$  とは, それぞれ,  $X^{PQ}$ ,  $Y^{PQ}$  および  $Z^{PQ}$  で示される物資のうち, 第  $K$  地域から第  $L$  地域へ輸送された物資の量であり,

$$x \pi_{PQ}^{(KL)} = \frac{X^{PQ(KL)}}{X^{PQ}} \quad (4.13)$$

$$y \pi_{PQ}^{(KL)} = \frac{Y^{PQ(KL)}}{Y^{PQ}} \quad (4.14)$$

$$z \pi_{PQ}^{(KL)} = \frac{Z^{PQ(KL)}}{Z^{PQ}} \quad (4.15)$$

である。式 (4.4), (4.5), および (4.7.1), (4.7.2) を用いれば,  $X^{KL*}$ ,  $Y^{KL*}$  および  $Z^{KL*}$  は, それぞれ, つぎのように示される。

$$X^{KL*} = \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n x \pi_{PQ}^{(KL)} \eta_{ij}^{KL} w_i x_{ij}^{KL} \quad (4.16)$$

$$Y^{KL*} = \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n y \pi_{PQ}^{(KL)} \eta_{ij}^{KL} w_i y_{ij}^{KL} \quad (4.17)$$

$$Z^{KL*} = \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N z \pi_{PQ}^{(KL)} \beta_{KL} Z^K \quad (4.18.1)$$

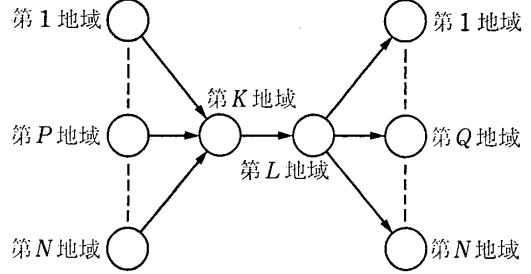
あるいは,

$$Z^{KL*} = \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N z \pi_{PQ}^{(KL)} \gamma^{KL} Z^L \quad (4.18.2)$$

ここで現れた係数  $\pi_{PQ}^{(KL)}$ ,  $x \pi_{PQ}^{(KL)}$ ,  $y \pi_{PQ}^{(KL)}$ , および  $z \pi_{PQ}^{(KL)}$  は, 産業構造ならびに消費者構造とはまったく無関係な輸送活動そのものの構造

を示す係数であり, いわば, 輸送構造係数と呼ぶであろう。

第2図 重複OD表における物資の輸出状態



## V 地域間物資輸送構造の安定条件

Ⅲにおける考察によれば, 少なくとも現実の  $r_p$ ,  $r_\lambda$ , あるいは  $r_\mu$  の対数は 0 を中心として対称的に分布し, しかも 0 に集中的に分布することから, 短期間の間では, 地域間物資輸送構造は安定的であることが認められた。

ここでは, その安定性がどのような条件によって実現するかという点について考察を行なう。

### (A) 非重複OD表における条件

第1表の中に現われる値を用いてつぎの3種の比率, すなわち,

$$a_{ij}^{\cdot L} = \frac{x_{ij}^{\cdot L}}{x_j^{\cdot L}} \quad (5.1)$$

$$t_{ij}^{KL} = \frac{x_{ij}^{KL}}{x_{ij}^{\cdot L}} \quad (5.2)$$

および,

$$u_i^{KL} = \frac{y_i^{KL}}{y_i^{\cdot L}} \quad (5.3)$$

を定義すれば,

$$x_{ij}^{\cdot L} = a_{ij}^{\cdot L} x_j^{\cdot L} \quad (5.4)$$

$$x_{ij}^{KL} = t_{ij}^{KL} x_{ij}^{\cdot L} \quad (5.5)$$

$$y_i^{KL} = u_i^{KL} y_i^{\cdot L} \quad (5.6)$$

という関係が得られる。ここで,

$$a_{ij}^{KL} = t_{ij}^{KL} a_{ij}^L \quad (5.7)$$

と書けば,

$$x_{ij}^{KL} = a_{ij}^{KL} x_j^L \quad (5.8)$$

という関係を得る<sup>10)</sup>。

式(5.1)の係数  $a_{ij}^L$  は第  $L$  地域第  $j$  産業の生産物を、価額1単位だけ生産するために必要な第  $i$  産業生産物の価額であり、一種の投入係数 (technical coefficient) である。式(5.2)の  $t_{ij}^{KL}$  は第  $L$  地域第  $j$  産業の生産物を生産するために用いられる第  $i$  産業生産物の1単位の価額をもつ部分の中に含まれる第  $K$  地域の第  $i$  産業生産物の価額であり、一種の交易係数 (trade coefficient) である。さらに、式(5.3)の  $u_i^{KL}$  は第  $L$  地域第  $i$  産業生産物の最終需要1単位 (価額1単位) 中に含まれる第  $K$  地域の第  $i$  産業生産物の価額である。これは、いわば、最終需要の交易係数と呼びえよう<sup>11)</sup>。式(5.7)の  $a_{ij}^{KL}$  は Isard の地域間産業連関表における投入係数<sup>12)</sup>にほかならない。また、Moses<sup>13)</sup>は、第1表において得られる比率  $\tau_i^{KL}$ 、すなわち、

$$\tau_i^{KL} = \frac{x_{i1}^{KL} + x_{i2}^{KL} + \dots + x_{in}^{KL} + y_i^{KL}}{x_{i1}^L + x_{i2}^L + \dots + x_{in}^L + y_i^L} \quad (5.9)$$

を交易係数 (trade coefficient) と定義し、

$$u_i^{KL} = t_{ij}^{KL} = \tau_i^{KL} \quad (5.10)$$

と仮定した。ここでは、式(5.10)で示されるような Moses の交易係数に用いられた条件がゆるめられている。

式(5.8)および(5.6)を用いれば、式(4.4)および(4.5)はつぎのように書くことができる。

$$X^{KL} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \eta_{ij}^{KL} w_i a_{ij} x_j^L \quad (5.11)$$

$$Y^{KL} = \sum_{i=1}^n \eta_i^{KL} u_i^{KL} y_i^L \quad (5.12)$$

したがって、これらの式と式(4.7.1)あるいは(4.7.2)を用いれば、

$$W^{KL} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \eta_{ij}^{KL} w_i a_{ij} x_j^L + \sum_{i=1}^n \eta_i^{KL} w_i u_i^{KL} y_i^L + \beta^{KL} Z^{KL} \quad (5.13.1)$$

あるいは、

$$W^{KL} = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \eta_{ij}^{KL} w_i^2 a_{ij} x_j^L + \sum_{i=1}^n \eta_i^{KL} w_i u_i^{KL} y_i^L + \gamma^{KL} Z^{KL} \quad (5.13.2)$$

となる。

いま、もしも、地域間産業連関構造が安定的で、しかも、 $y_i^L$  の時間的変化が小さければ、 $x_j^L$  の時間的変化も小さいであろう<sup>14)</sup>。したがって、そのとき、式(5.13.1)あるいは(5.13.2)の右辺の第1、第2項の時間的変化も小さいであろう。さらに  $\beta^{KL}$ 、あるいは  $\gamma^{KL}$  が安定的で  $Z^{KL}$ 、あるいは  $Z^L$  の時間的変化が小さければ、 $\beta^{KL} Z^{KL}$ 、あるいは  $\gamma^{KL} Z^L$  の変化も小さ

14) いま、

$$A = \begin{bmatrix} a_{11}^{11} & \dots & a_{1n}^{11} & \dots & a_{1n}^{1N} \\ a_{11}^{1n} & \dots & a_{1n}^{1n} & \dots & a_{1n}^{1N} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ a_{1n}^{N1} & \dots & a_{nn}^{N1} & \dots & a_{nn}^{NN} \end{bmatrix}$$

$$I = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

$$u = \begin{bmatrix} u_1^1 & \dots & u_1^N & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & u_2^1 & \dots & u_2^N & \dots & 0 \\ \vdots & & \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & u_n^N \\ u_1^{N1} & \dots & u_1^{NN} & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & 0 & \dots & 0 & \dots & u_n^{NN} \end{bmatrix}$$

$$X = \begin{bmatrix} x_1^1 \\ \vdots \\ x_1^N \\ x_n^1 \\ \vdots \\ x_n^N \end{bmatrix} \quad Y^* = \begin{bmatrix} y_1^1 \\ \vdots \\ y_1^N \\ y_n^1 \\ \vdots \\ y_n^N \end{bmatrix} \quad Y = \begin{bmatrix} y_1^1 \\ \vdots \\ y_1^N \\ y_n^1 \\ \vdots \\ y_n^N \end{bmatrix}$$

と書けば、これらの間には、

$$(I - A)^{-1} X = Y \quad (a)$$

$$Y = U Y^* \quad (b)$$

式(a)は Isard の pure interregional input-output model における関係と同様の関係である。

10) 鈴木啓祐, 前掲論文, 1969年, 78-79頁.

11) 鈴木啓祐, 前掲論文, 1969年, 78-79頁.

12) Walter Isard, *op. cit.*, pp. 363-71, p. 575.

13) Leon N. Moses, *op. cit.*, pp. 803-32.



く、結局、式(5.13.1),あるいは、(5.13.2)の時間的変化は小さいといえる。

いま、期間0および1の  $W^{KL}$  の値を、それぞれ、 $W_{(0)}^{KL}$  および  $W_{(1)}^{KL}$  と書き、その二つの値の差を  $\Delta W^{KL}$  と書けば、

$$W_{(1)}^{KL} = W_{(0)}^{KL} + \Delta W^{KL} \quad (5.14)$$

という関係が成立する。この関係から、

$$W_{(1)}^{K\cdot} = W_{(0)}^{K\cdot} + \Delta W^{K\cdot} \quad (5.15)$$

$$W_{(1)}^{\cdot L} = W_{(0)}^{\cdot L} + \Delta W^{\cdot L} \quad (5.16)$$

$$W_{(1)}^{\cdot\cdot} = W_{(0)}^{\cdot\cdot} + \Delta W^{\cdot\cdot} \quad (5.17)$$

という関係を得ることができる。ただし、ここでも、添字(0), (1)は、それぞれ、それをもつ値が期間0, 1における値であることを示し、

$$\Delta W^{K\cdot} = \sum_{L=1}^N \Delta W^{KL}$$

$$\Delta W^{\cdot L} = \sum_{K=1}^N \Delta W^{KL}$$

$$\Delta W^{\cdot\cdot} = \sum_{K=1}^N \Delta W^{K\cdot} = \sum_{L=1}^N \Delta W^{\cdot L}$$

である。

式(2.5)～(2.7)の定義に従えば、期間  $t$  ( $t=0, 1$ ) の  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , および  $\mu^{KL}$  の値  $\rho_{(t)}^{KL}$ ,  $\lambda_{(t)}^{KL}$ , および  $\mu_{(t)}^{KL}$  は、

$$\rho_{(t)}^{KL} = \frac{W_{(t)}^{KL\cdot}}{W_{(t)}^{K\cdot}} \quad (5.18)$$

$$\lambda_{(t)}^{KL} = \frac{W_{(t)}^{KL}}{W_{(t)}^{\cdot L}} \quad (5.19)$$

$$\mu_{(t)}^{KL} = \frac{W_{(t)}^{KL} W_{(t)}^{\cdot\cdot}}{W_{(t)}^{K\cdot} W_{(t)}^{\cdot L}} \quad (5.20)$$

で示される。ただし、上式の右辺に現われる添字( $t$ )は、それをもつ値が期間  $t$  の値であることを示す。したがって、式(3.1)～(3.3)で定義される比率  $r_\rho$ ,  $r_\lambda$ , および  $r_\mu$  は、それぞれ、

$$r_\rho = \frac{1 + \delta W^{KL}}{1 + \delta W^{K\cdot}} \quad (5.21)$$

$$r_\lambda = \frac{1 + \delta W^{KL}}{1 + \delta W^{\cdot L}} \quad (5.22)$$

$$r_\mu = \frac{(1 + \delta W^{KL})(1 + \delta W^{\cdot\cdot})}{(1 + \delta W^{K\cdot})(1 + \delta W^{\cdot L})} \quad (5.23)$$

となる。ただし、

$$\delta W^{KL} = \frac{\Delta W^{KL}}{W_{(0)}^{KL}} \quad (5.24)$$

$$\delta W^{K\cdot} = \frac{\Delta W^{K\cdot}}{W_{(0)}^{K\cdot}} \quad (5.25)$$

$$\delta W^{\cdot L} = \frac{\Delta W^{\cdot L}}{W_{(0)}^{\cdot L}} \quad (5.26)$$

$$\delta W^{\cdot\cdot} = \frac{\Delta W^{\cdot\cdot}}{W_{(0)}^{\cdot\cdot}} \quad (5.27)$$

である。したがって、もしも、式(5.13.1),あるいは(5.13.2)の右辺の各項の時間的変化が小さく、その結果、式(5.24)～(5.27)の値が小さければ、比率  $r_\rho$ ,  $r_\lambda$ ,  $r_\mu$  は、それぞれ1に近い値を示すであろう。

(B) 重複OD表における条件

重複OD表においては、

$$\begin{aligned} W^{KL*} = & \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n x \pi_{PQ}^{(KL)} \eta_{ij}^{KL} w_i x_{ij}^{\cdot L} \\ & + \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N \sum_{i=1}^n y \pi_{PQ}^{(KL)} \eta_i^{KL} w_i y_i^{\cdot L} \\ & + \sum_{Q=1}^N \sum_{P=1}^N z \pi_{PQ}^{(KL)} Z^{KL} \end{aligned} \quad (5.28)$$

ただし、 $Z^{KL} = \beta^{KL} Z^{K\cdot}$ , あるいは  $Z^{KL} = \gamma^{KL} Z^{\cdot L}$  である。したがって、(A)の諸条件、すなわち、各種係数が安定的で、 $r_i^{\cdot L}$  および  $Z^{K\cdot}$  あるいは  $Z^{\cdot L}$  の時間的変化が小さいという条件につけ加えて、さらに係数  $x \pi_{PQ}^{(KL)}$ ,  $y \pi_{PQ}^{(KL)}$ ,  $z \pi_{PQ}^{(KL)}$ ,  $\beta^{KL}$ , および  $\gamma^{KL}$  が安定的であるという条件が満足されれば、比率  $r_\rho$ ,  $r_\lambda$ , および  $r_\mu$  で示される構造は安定的である。

## VI 構造解析のための比率の分布型

中心極限定理 (central limit theorem)<sup>15)</sup> によ

15) たとえば、

Harald Cramér, *The Elements of Probability Theory and Some of Its Applications*, John Wiley, New York, 1955, p. 115.

Kendall and Stuart, *The Advanced Theory of Statistics*, Vol. 1, Charles Griffin, London, 1963, (Second ed.), p. 193.

れば、 $m$ 個の変数  $X_s$  ( $s=1, 2, \dots, m$ ) が互いに独立で、それぞれの平均値が  $\mu_s$ 、分散が  $\sigma_s^2$  であれば、

$$Y_m = X_1 + X_2 + \dots + X_m \quad (6.1)$$

によってつくられる新しい変数  $Y_m$  の分布は  $m$  が大きいとき、近似的に平均値が  $\sum_{s=1}^m \mu_s$ 、分散

が  $\sum_{s=1}^m \sigma_s^2$  の正規分布で示される。

他方、比率  $r_\rho$ ,  $r_\lambda$ ,  $r_\mu$  の各対数  $\log r_\rho$ ,  $\log r_\lambda$ , および  $\log r_\mu$  は、それぞれ、

$$\log r_\rho = \log(1 + \delta W^{KL}) + \log(1 + \delta W^{K\cdot}) \quad (6.2)$$

$$\log r_\lambda = \log(1 + \delta W^{KL}) + \log(1 + \delta W^{\cdot L}) \quad (6.3)$$

$$\log r_\mu = \log(1 + \delta W^{KL}) - \log(1 + \delta W^{K\cdot}) - \log(1 + \delta W^{\cdot L}) + \log(1 + \delta W^{\cdot\cdot}) \quad (6.4)$$

で示される。1 対の OD 表から得られるこれらの式の右辺の各項 (ただし  $1 + \delta W^{\cdot\cdot}$  は定数) が確率変数で、ある平均値と分散の値をもっているとすれば、きわめて近似的ではあるが、 $\log r_\rho$ ,  $\log r_\lambda$ ,  $\log r_\mu$  の分布は正規分布をなすであろう<sup>16)</sup>。実際、第 1 図に挙げた各種の比率の対数は、正規分布に似た分布の形を示し、 $\chi^2$  検定によれば、すでにふれたように<sup>17)</sup>、第 1 図の七つの分布のうち二つの分布が正規分布とみなされえた。すべての分布が正規分布とみなされなかった理由は、各比率の対数が、中心極限定理を完全に適用しうるほど十分多くの要素から構成されていない点にあるといえよう。

## Ⅶ 結 語

ここでは、まず、OD 表には非重複 OD 表、ならびに重複 OD 表が存在することが論じられ、さらに、これら 2 種の OD 表の関係が明示された。ついで、OD 表に示される量  $W^{KL}$  が三つの要素  $X^{KL}$ ,  $Y^{KL}$ , および  $Z^{KL}$  に分けられ、しかも、前 2 者が地域間産業連関構造によって、

最後の値が消費者間物資輸送構造によって決定されることが明らかにされ、最後に、もしも、輸送構造が係数  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$  および  $\mu^{KL}$  によってとらえられるならば、どのような条件の下にそれらの係数で示される輸送構造が時間的に安定的となるかが検討された。

地域間物資輸送構造の安定性の検討に際しては、いくつかの係数が現われたが、これらの係数は、地域間産業連関構造に関係のあるもの、消費者間物資輸送構造に関係のあるもの、ならびに輸送活動そのものに関係のあるものの 3 種に分類することができる。これを表によって示してみると第 2 表のようになるであろう。

第 2 表 各種係数の分類

係数	地域間産業連関構造を示す係数	$a_{ij}^{KL}$ , $t_{ij}^{KL}$ , $u_i^{KL}$ , $a_{ij}^{KL}$ , $\eta_{ij}^{KL}$ , $\eta_i^{KL}$
	消費者間物資輸送構造を示す係数	$\beta^{KL}$ , $\gamma^{KL}$
	輸送活動の構造を示す係数 (輸送構造係数)	$\pi_{PQ}^{KL}$ , $X\pi_{PQ}^{KL}$ , $Y\pi_{PQ}^{KL}$ , $Z\pi_{PQ}^{KL}$

もしも、これらの諸構造を示す係数が時間的に安定的であり、最終需要の変化、あるいは、各地域ごとの消費者の発送量あるいは到着量内変化が大きくなければ、係数  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , あるいは  $\mu^{KL}$  は安定的であることが見出された。

これらの係数 (いわば、OD 構造係数) が時間的に安定的であることは、将来の地域間輸送量の推定の際、これらの係数が、その推定の一手段として用いられうる<sup>18)</sup>という点から見て、注目すべき事実であるといえよう。

18) たとえば、 $\hat{W}^{KL}$  の将来の値  $\hat{W}^{KL}$  は、  
 $\hat{W}^{KL} = \hat{\rho}^{KL} \hat{W}^{K\cdot}$   
 $\hat{W}^{KL} = \hat{\lambda}^{KL} \hat{W}^{\cdot L}$   
 あるいは、  
 $\hat{W}^{KL} = \hat{\mu}^{KL} \frac{\hat{W}^{K\cdot} \hat{W}^{\cdot L}}{\hat{W}^{\cdot\cdot}}$

で推定されるであろう。ただし、上式の右辺の各文字につけられたハット印は、それをもつ文字がその文字の示す値の将来の推定値を示すことを表わす。とくに、 $\hat{\rho}^{KL}$ ,  $\hat{\lambda}^{KL}$ , および  $\hat{\mu}^{KL}$  は、実測から得られた  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , および  $\mu^{KL}$  の値、あるいは、これらの時間的変化を考慮に入れて得られるこれらの将来の推定値である。実際、もし、

森田優三『統計数理入門』, 日本評論社, 東京, 昭和 43 年, 185 頁。

16) 鈴木啓祐, 前掲書, 228-29 頁。

17) 第 III 節。

## SYNOPSIS

SUZUKI, KEISUKE : An Analysis of the Structure of Interregional Flow of Goods and Its Stability. The Journal of the University of Transportation Economics (*Ryūtsū Keizai Ronshū*), Vol. 5, No. 3, 1970/10, pp. 13—24.

The state of interregional flow of goods in a certain period of time can be expressed by an OD table (origin-destination table). When we express the quantity of the goods transported from region  $K$  to region  $L$  by

$W^{KL}$ ,  $\sum_{L=1}^N W^{KL}$  by  $W^{K\cdot}$ ,  $\sum_{K=1}^N W^{KL}$  by  $W^{\cdot L}$ , and

$\sum_{K=1}^N W^{K\cdot}$  or  $\sum_{L=1}^N W^{\cdot L}$  by  $W^{\cdot\cdot}$  (where  $K=1, 2, \dots, N$  and  $L=1, 2, \dots, N$ ), it was empirically

found that the ratios or coefficients  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , and  $\mu^{KL}$  defined by equations (2.5), (2.6), and (2.7) were stable in a short period of time.

In order to measure the stability of these coefficients, the ratios  $r_\rho$ ,  $r_\lambda$ , and  $r_\mu$  were calculated. These ratios were obtained by deviding the  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , and  $\mu^{KL}$  obtained for a certain period of time 1 by those obtained for the previous period of time 0 as shown by equations (3.1), (3.2), and (3.3). The distribution of the ratios are shown by Figure 1. The distributions of the logarithms of the ratios were approximately symmetrical. And some of them were expressed by the lognormal distribution.

On the other hand, the three kinds of

$\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ ,  $\mu^{KL}$  がそれぞれゆるやかな時間的変化を示し、期間  $t$  におけるそれらの値  $\rho_{(t)}^{KL}$ ,  $\lambda_{(t)}^{KL}$ ,  $\mu_{(t)}^{KL}$  が、

$$\rho_{(t)}^{KL} = f(t)$$

$$\lambda_{(t)}^{KL} = g(t)$$

$$\mu_{(t)}^{KL} = h(t)$$

のような関数で示されるならば、 $\hat{\rho}^{KL}$ ,  $\hat{\lambda}^{KL}$ ,  $\hat{\mu}^{KL}$  は、これらの関数からも得ることができよう。

quantities of goods transported were regarded as the components of the quantity  $W^{KL}$ . They are the quantity of goods transported from the industries in region  $K$  to the industries in region  $L$ ,  $X^{KL}$ , the quantity of goods transported from the industries in region  $K$  to the consumers in region  $L$ ,  $Y^{KL}$ , and the quantity of goods transported from the consumers in region  $K$  to the consumers in region  $L$ ,  $Z^{KL}$ . The  $X^{KL}$  and  $Y^{KL}$  are completely determined by the structure of interregional input-output system, and  $Z^{KL}$  is determined by the structure of the flow of goods between consumers in each region.

It was found that if the structures of interregional input-output system and the flow of goods between consumers in each region expressed by various coefficients, i.e., technical coefficient, trade coefficient, and the coefficients expressing the structure of the flow of goods between consumers in each region which were defined by equations (4.7.1) and (4.7.2), where  $Z^{K\cdot}$  and  $Z^{\cdot L}$  were  $\sum_{L=1}^N Z^{KL}$  and  $\sum_{K=1}^N Z^{KL}$ , respectively, were stable and the final demand in each region and  $Z^{K\cdot}$  or  $Z^{\cdot L}$  ( $K, L=1, 2, \dots, N$ ) did not change largely, the coefficients  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , and  $\mu^{KL}$  were also stable.

It would be noteworthy that the coefficients  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , and  $\mu^{KL}$  are stable in a certain period of time, because we would be able to estimate the future value of  $W^{KL}$  using the equations written in the footnote 18, when we can estimate the values of  $W^{K\cdot}$ ,  $W^{\cdot L}$  and  $W^{\cdot\cdot}$  where the letters which have the symbol  $\wedge$  are the future values of the letter, and especially the value  $\hat{\rho}^{KL}$ ,  $\hat{\lambda}^{KL}$ , and  $\hat{\mu}^{KL}$  are the actual values of  $\rho^{KL}$ ,  $\lambda^{KL}$ , and  $\mu^{KL}$  observed or the values estimated by considering the tendency of the

change in time of these coefficients.

Incidentally, in this paper, the relation between the values in an OD table and transshipment of goods transported was also discussed, and it was examined that the structure of an OD table was changed when the transshipment was explicitly expressed in an OD table. The influence by the transshipment was measured by some coefficients which were tentatively called the coefficients of structure of transportation.

And additionally, it was shown that when

we assumed that the weight of all the goods which were transported was  $w$ , the coefficient  $\rho^{KL}$  (or  $\lambda^{KL}$ ) was regarded as a probability that one of the goods which was chosen from a bunch of the goods whose weight was expressed by  $W^K$  (or  $W^L$ ) was one of the goods which had been transported from region  $K$  to region  $L$ ,  $p^{KL}$  (or  $q^{KL}$ ) and  $\mu^{KL}$  was regarded as the ratio of  $b^{KL}$  to  $h^{KL}$  whose meanings were also clearly explained.